

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Gebrauchsmusterschrift**  
10 **DE 201 18 456 U 1**

51 Int. Cl. 7:  
**B 23 Q 1/01**  
B 23 Q 1/72

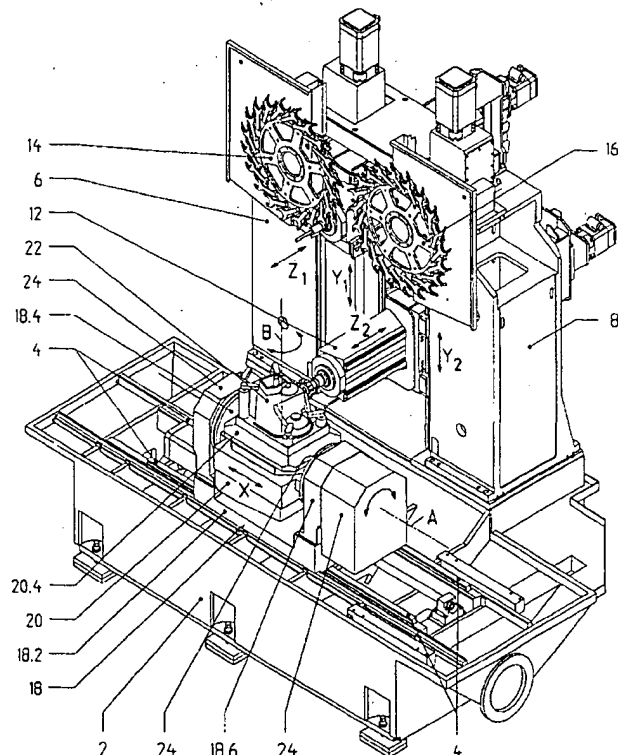
21	Aktenzeichen:	201 18 456.7
22	Anmeldetag:	14. 11. 2001
47	Eintragungstag:	31. 1. 2002
43	Bekanntmachung im Patentblatt:	7. 3. 2002

73 Inhaber:  
Alfing Kessler Sondermaschinen GmbH, 73433  
Aalen, DE

74 Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

54 Werkzeugmaschine

- 57 Werkzeugmaschine, umfassend:
- ein Maschinenbett (2),
  - eine horizontale Führungsbahn (4), welche eine X-Achse (X) definiert,
  - zwei Maschinenständer (6, 8; 28, 30) oder zwei Maschinenständerabschnitte,
  - zwei achsparallele horizontale Arbeitsspindeln (10, 12), die in einem Abstand zueinander jeweils an einem der Maschinenständer (6, 8; 28, 30) oder Maschinenständerabschnitte angeordnet und in einer horizontalen Z-Achse (21, 22) und einer vertikalen Y-Achse (Y1, Y2) verfahrbar sind,
  - einen auf der Führungsbahn (4) verfahrbaren Drehtischschlitten (18; 32), und
  - mindestens einen Drehtisch (20; 20A, 20B; 32), der um eine horizontale Drehachse (A) drehbar an dem Drehtischschlitten (18; 32) gelagert ist und mindestens einen Befestigungsabschnitt (20.4; 32.2 bis 32.8) für ein zu bearbeitendes Werkstück (22; 22.2 bis 22.8) aufweist.



DE 201 18 456 U 1

DE 201 18 456 U 1

Alfing Kessler Sondermaschinen GmbH  
Auguste-Kessler-Str. 28  
D-73433 Aalen

### Werkzeugmaschine

#### TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, insbesondere eine automatische Werkzeugmaschine zum spanabhebenden Bearbeiten von Werkstücken, wie beispielsweise Zylinderköpfe und Motorblöcke, die eine Vielzahl von Bohrungen oder Einfräsungen aufweisen.

#### STAND DER TECHNIK

Aus der DD 273 590 A1 sowie der DE 44 14 844 A1 ist jeweils eine Werkzeugmaschine bekannt, umfassend: ein Maschinenbett mit einer horizontalen Führungsbahn, welche eine X-Achse definiert; zwei vertikale Maschinenständer, die auf einer gemeinsamen Seite neben der Führungsbahn angeordnet sind; zwei achsparallele horizontale Arbeitsspindeln, die in einem Abstand zueinander jeweils an einem der Maschinenständer seitlich nebeneinander liegend angeordnet und in einer horizontalen Z-Achse und einer vertikalen Y-Achse verfahrbar sind; sowie zwei auf der Führungsbahn verfahrbare konventionelle plane Arbeitstische, die jeweils einer zugehörigen Arbeitsspindel zugeordnet sind und jeweils einen Befestigungsabschnitt für ein zu bearbeitendes Werkstück aufweisen.

Die DE 199 07 617 A1 offenbart eine Werkzeugmaschine, umfassend: ein rahmenförmiges Maschinengestell mit einem U-förmigen Gestellunterteil und einem oben liegenden Querträger, welcher die seitlichen, nach oben ragenden Schenkelenden des Gestellunterteils verbindet; zwei Drehscheiben, die jeweils an einander axial gegenüberliegenden inneren Seiten der Schenkel um eine gemeinsame erste horizontale Drehachse drehbar gelagert sind; zwei Drehtische, die jeweils zwischen den Drehscheiben angeordnet und um eine zweite bzw. dritte horizontale Drehachse, die von der ersten Drehachse verschieden (also außermittig) ist, in einer Kreishälfte der Drehscheiben pendelnd gelagert sind; sowie zwei achsparallele vertikale Arbeitsspindeln, die in einem Abstand zueinander jeweils an dem Querträger seitlich nebeneinander stehend angeordnet sind. Jeder Drehtisch weist einen Befestigungsabschnitt für ein zu bearbeitendes Werkstück auf. Die zwei Drehtische sind durch eine Spritzschutzwand voneinander getrennt, welche sich zwischen den Drehscheiben in axialer Richtung durch die erste horizontale Achse erstreckt und die Drehscheiben in die besagten zwei Kreishälften unterteilt. Eine Kreishälfte definiert hierbei eine Bearbeitungsseite und die andere eine Bestückungsseite. Bei dieser vorbekannten Werkzeugmaschine sind die zwei Drehtische also in der Art von Gondeln eines Riesenrades an den Drehscheiben (die gewissermaßen das Riesenrad bilden) aufgehängt und können mit deren Hilfe einmal in eine Bearbeitungsposition zu den vertikalen Arbeitsspindel und einmal von diesen weg um  $180^\circ$  in eine Bestückungsposition geschwenkt werden. Aufgrund der Anordnung zwischen den Drehscheiben sind die Drehtische in Richtung der ersten horizontalen Drehachse nicht beweglich. Deshalb, und auch aufgrund des rahmenartigen Maschinengestells, der gondelartigen Anordnung der Drehtische sowie der Spindelanordnung, können nur Werkstücke sehr begrenzter Größe bearbeitet werden. Durch die Vielzahl der in dieser Werkzeugmaschine vorhandenen Drehachsen sowie der gondelartigen Anordnung der Drehtische wird überdies nicht

nur die Bauweise der Maschine recht komplex und teuer, es leidet auch die erzielbare Präzision bei der Bearbeitung der Werkstücke.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe beziehungsweise das technische Problem zugrunde, eine mit zwei achsparallelen horizontalen Arbeitsspindeln ausgerüstete Werkzeugmaschine zu schaffen, mit der auch komplexere Werkstücke auf besonders effektive und wirtschaftliche Art und Weise präzise bearbeitet werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Diese Werkzeugmaschine, umfasst: ein Maschinenbett; eine horizontale Führungsbahn, welche eine X-Achse definiert; zwei Maschinenständer oder zwei Maschinenständerabschnitte; zwei achsparallele horizontale Arbeitsspindeln, die in einem Abstand zueinander jeweils an einem der Maschinenständer oder Maschinenständerabschnitte angeordnet und in einer horizontalen Z-Achse und einer vertikalen Y-Achse verfahrbar sind; einen auf der Führungsbahn verfahrbaren Drehtischschlitten; und mindestens einen Drehtisch, der um eine horizontale Drehachse drehbar an dem Drehtischschlitten gelagert ist und mindestens einen Befestigungsabschnitt für ein zu bearbeitendes Werkstück aufweist.

Die Maschinenständer sind vorzugsweise an einer gemeinsamen Seite seitlich der Führungsbahn angeordnet. Die zuvor genannten zwei Maschinenständerabschnitte können beispielsweise durch einen einzelnen Maschinenständer gebildet sein, der über entsprechende vertikale und horizontale Ständerabschnitte, Armabschnitte oder Gabelungen verfügt. Unter einer Drehbarkeit des Drehtisches ist im Sinne der Erfindung auch ein Pendeln, Kippen oder Wippen zu

verstehen. Je nach Art der Lagerung des Drehtisches am Drehtischschlitten kann die horizontale Drehachse beispielsweise über, unter oder neben der Schlittenoberfläche bzw. einem sich im wesentlichen entlang der Führungsbahn erstreckenden Schlittenabschnitt liegen. Ebenso kann die Drehachse in dem Drehtischschlitten bzw. einem für die drehbare Lagerung des Drehtisches extra vorgesehenen Schlittenabschnitt liegen. Der Drehtischschlitten und der Drehtisch sind vorzugsweise zwei unterschiedliche Komponenten. Sie können in mindestens einer Ausführungsform der Erfindung, wie nachstehend noch erläutert werden wird, jedoch auch integral bzw. als eine Funktionseinheit ausgebildet sein.

Jeder Arbeitsspindel ist zweckmäßigerweise unabhängig von der jeweils anderen betreibbar. Ebenso sind aber auch voneinander abhängige oder synchronisierte Betriebszustände möglich. Jeder Arbeitsspindel ist vorzugsweise eine eigene bzw. separate Werkzeugwechseleinrichtung mit einem Werkzeugmagazin zugeordnet. Eine gemeinsame Werkzeugwechseleinrichtung und ein gemeinsames Werkzeugmagazin wären zwar grundsätzlich denkbar, jedoch würden sich aufgrund der daraus resultierenden gegenseitigen Abhängigkeit längere Schaltzeiten beim Werkzeugwechseln ergeben. Bei separaten Werkzeugwechseleinrichtungen bzw. Werkzeugmagazinen ist ein Scheibenmagazin gegenüber einem Kettenmagazin bevorzugt. Dieses ermöglicht nämlich kurze Schaltzeiten beim Takten der Werkzeugscheibe, da sich Folgewerkzeuge optimal platzieren lassen. Aufgrund der gegenüber einem Kettenmagazin geringeren beweglichen Masse eines Scheibenmagazins sind zudem höhere Wechselgeschwindigkeiten erzielbar. Ferner ergibt sich eine hohe Positionsgenauigkeit, weil weniger Verschleißteile (wie z.B. Kettenglieder, Umlenkrollen usw.) vorhanden sind. Dadurch ist eine sichere Werkzeugübergabe beim Werkzeugwechsel realisierbar. Aufgrund des Zweispindel-Konzeptes kann selbst nach einem Ausfall einer Arbeitsspindel

bzw. eines Magazins, einer Bearbeitungsachse oder dergleichen immer noch eine einspindelige Bearbeitung fortgesetzt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine können auch komplexe Werkstücke auf besonders effektive und wirtschaftliche Art und Weise präzise bearbeitet werden. So ist aufgrund des Drehtisches auch eine 5-Seitenbearbeitung bzw. eine Raumwinkelbearbeitung von Werkstücken in mehr als 3-Achsen besonders einfach ausführbar. Die spezielle Kombination von zwei horizontale Arbeitsspindeln mit mindestens einem Drehtisch, der auf einen Drehtischschlitten gelagert und folglich mit diesem verfahrbar ist, eröffnet diese zuvor genannten Bearbeitungsmöglichkeiten auch bei recht großen oder voluminösen Werkstücken, da die Maschinenständer bei dieser Spindelanordnung bevorzugt seitlich neben der Führungsbahn platzierbar sind und ergo den Raum oberhalb der Führungsbahn bzw. dem Drehtisch nicht unnötig begrenzen. Die zu bearbeitenden Werkstückgröße ist deshalb auch nicht durch ein rahmenförmiges Maschinengestell oder dergleichen oder durch die Drehtischanordnung per se beschränkt. Weil der Drehtisch überdies mit dem Drehtischschlitten in der X-Achse mit bewegbar ist und von den Maschinenständern bzw. den Maschinenständerabschnitten nicht behindert wird, können auch relativ lange Werkstücke auf einfache und effektive Art und Weise zuverlässig und präzise bearbeitet werden. Insbesondere die Gesamtkombination aus der horizontalen Spindelanordnung, dem verfahrbaren Drehtischschlitten und dem daran gelagerten mindestens einen Drehtisch ermöglicht eine erstaunlich kompakte, aber stabile und formhaltige Bauweise. Voluminöse, vergleichsweise schwere, aufwendige und damit teure Maschinengestelle, wie sie beim Stand der Technik vorhanden sind, lassen sich somit vermeiden. Darüber hinaus sind mit der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine schnelle Werkstückbearbeitungszyklen sowie Span-zu-Span-Zeiten von ca. 1 Sekunde zu verwirklichen.

Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine sind Gegenstand der Unteransprüche.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 eine schematische Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine gemäß einer dritten Ausführungsform.

## DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

In der nachfolgenden Beschreibung und in den Figuren werden zur Vermeidung von Wiederholungen gleiche Bauteile und Komponenten auch mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet, sofern keine weitere Differenzierung erforderlich ist.

In der Fig. 1 ist in einer schematischen Perspektivansicht eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform dargestellt.

Die Werkzeugmaschine besitzt ein Maschinenbett 2 mit einer horizontalen Führungsbahn 4, welche eine X-Achse definiert. Zwei im Wesentlichen vertikale, nebeneinander stehende Maschinenständer 6, 8 sind seitlich, d.h. hier auf einer gemeinsamen Seite neben der Führungsbahn 4 angeordnet. Zwei achsparallele horizontale Arbeitsspindeln 10, 12 sind seitlich nebeneinander liegend und in einem Abstand zueinander jeweils an einem zugehörigen Maschinenständer 6, 8 angebracht. Die zwei Arbeitsspindeln 10, 12 sind jeweils in einer horizontalen Z-Achse Z1, Z2 und einer vertikalen Y-Achse Y1, Y2 mittels nicht gezeigter Stellantriebe verfahrbar sind. Die X-, Y- und Z-Achse(n) bilden die Achsen eines kartesischen Koordinatensystems. Jeder Arbeitsspindel 10, 12 ist ferner eine separate Werkzeugwechseleinrichtung mit einem Scheibenmagazin 14, 16 zugeordnet, welches jeweils an dem entsprechenden Maschinenständer 6, 8 angeordnet ist. Die Maschinenständer 6, 8, die Arbeitsspindeln 10, 12 die Werkzeugwechseleinrichtungen mit den Scheibenmagazinen 14, 16 sowie deren Teilkomponenten sind im vorliegenden Fall im Wesentlichen gleichartig ausgestaltet. Grundsätzlich können sie bei Beibehaltung der oben beschriebenen Grundkonfiguration aber auch unterschiedlich ausgebildet sein.



Auf der Führungsbahn 4 ist ein mittels eines nicht gezeigten Stellantriebes in X-Richtung verfahrbarer Drehtischschlitten 18 vorgesehen. An dem Drehtischschlitten 18 ist ein Drehtisch 20 um eine horizontale Drehachse A, die sich in diesem Ausführungsbeispiel parallel zu der Führungsbahn 4 und damit zur X-Achse erstreckt, drehbar gelagert. Der Drehtisch 20 besitzt ein um eine vertikale Achse B drehbares Tischelement 20.2, dessen Oberseite einen Befestigungsabschnitt 20.4 für ein zu bearbeitendes Werkstück 22 aufweist. Für das um die vertikale Achse B drehbare Tischelement 20.2 kann ebenfalls ein geeigneter Stellantrieb vorgesehen sein. Wie in der Zeichnung erkennbar, hat der Drehtischschlitten 18 bei Betrachtung in Richtung der horizontalen Spindelachsen eine im Wesentlichen U-förmige Gestalt mit einer unteren, der Führungsbahn 4 zugeordneten Basis 18.2 und zwei an den jeweiligen Enden der Basis 18.2 nach oben abgewinkelten, Endabschnitten 18.4 und 18.6. Die Drehachse A erstreckt sich im Wesentlichen mittig durch diese Endabschnitte 18.4, 18.6 hindurch. Zwischen einem jeweiligen axialen Ende des Drehtisches 20 und einer benachbarten axialen Seite eines jeweiligen Endabschnittes 18.4, 18.6 ist eine Endscheibe 24 vorgesehen. Ein Drehantrieb 26 für den Drehtisch 20 ist im vorliegenden Fall an einem stirnseitigen Ende des Drehtischschlittens 18 angeordnet.

Bei der Ausführungsform von Fig. 1 ist es natürlich auch möglich, eine Vielzahl von Drehtischschlitten, die jeweils nur einen einzelnen Drehtisch tragen, hintereinander auf der Führungsbahn 4 anzuordnen bzw. bei entsprechender Länge der Führungsbahn 4 auf dieser zu verfahren.

Mit der Werkzeugmaschine gemäß der ersten Ausführungsform kann ein auf dem Befestigungsabschnitt 20.4 des Drehtisches 20 aufgespanntes Werkstück 22 durch Verfahren bzw. Zustellen der Arbeitsspindeln 10, 12 in der Y- und Z-Achse Y1, Y2, Z1, Z2, durch Verfahren des Drehtischschlittens 18 in der X-Achse, durch Drehen des Drehtisches 20 um die Achse A und

durch Drehen des Tischelementes 20.2 um die Achse B bearbeitet werden. Je nach Werkstückabmessung können bei der Bearbeitung beide Arbeitsspindeln 10, 12 gleichzeitig oder einzeln oder abwechselnd zum Einsatz kommen. Der abwechselnde Einsatz ist besonders vorteilhaft, weil dann eine Arbeitsspindel 10 bzw. 12 in eine Werkzeugwechselposition fahren kann, während die andere Arbeitsspindel das Werkstück 22 bearbeitet, und umgekehrt.

Fig. 2 zeigt eine schematische Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Diese Variante entspricht weitgehend derjenigen der ersten Ausführungsform, so dass eine Erläuterung von Komponenten, die beiden Ausführungsformen gemeinsam sind, weggelassen werden wird. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform im Wesentlichen dadurch, dass an dem Drehtischschlitten 18 zwei in Längsrichtung der Führungsbahn axial hintereinander angeordnete Drehtische 20A, 20B angeordnet sind. Für die zwei Drehtische 20A, 20B ist also nur ein einzelner, gemeinsamer Drehtischschlitten 18 vorgesehen, mit dem die Drehtische 20A, 20B gemeinsam in Richtung der X-Achse verfahren werden können. Die zwei Drehtische 20A, 20B besitzen im vorliegenden Beispiel auch eine gemeinsame Drehachse A. Zwei unterschiedliche Drehachsen sind zwar generell ebenfalls möglich, hier aber nicht bevorzugt. Die Drehtische 20A, 20B weisen ferner jeweils wieder ein drehbares Tischelement 20A.2 und 20B.2 auf, das um eine vertikale Achse B1 bzw. B2 drehbar ist. Gegenüber der ersten Ausführungsform ist der Drehtischschlitten 18 der zweiten Ausführungsform zusätzlich zu den beiden Endabschnitten 18.4, 18.6 auch noch mit einem nach oben abgewinkelten Mittelabschnitt 18.8 versehen, durch den sich die Drehachse A erstreckt.

Bei der Ausführungsform von Fig. 2 lassen sich an einem gemeinsamen Drehtischschlitten grundsätzlich auch mehr als zwei in Längsrichtung der Führungsbahn 4 axial hintereinander angeordnete Drehtische vorsehen. Eine hinreichend große Länge der Führungsbahn 4 vorausgesetzt, ist es dann ebenfalls denkbar, eine Vielzahl von Drehtischschlitten, die jeweils mehrere Drehtische tragen, hintereinander auf der Führungsbahn 4 anzuordnen und auf dieser zu verfahren.

Mit der Werkzeugmaschine gemäß der zweiten Ausführungsform kann ein auf den jeweiligen Befestigungsabschnitt 20.4 eines jeweiligen Drehtisches 20A, 20B aufgespanntes Werkstück 22 im Wesentlichen auf die gleiche Art und Weise wie bei der ersten Ausführungsform bearbeitet werden. Zusätzlich sind jedoch noch zwei weitere Bearbeitungsmodi möglich. Bei dem ersten Modus werden zwei Werkstücke 22 (jedes auf einem Drehtisch 20A 20B) synchron durch jeweils eine der zwei Arbeitsspindeln 10, 12 bearbeitet. Dies ist besonders bei gleichen Werkstücken 22 von Vorteil. Bei dem zweiten Modus wird das erste der beiden Werkstücke 22 auf dem ersten der beiden Drehtische 20A, 20B mit einer Arbeitsspindel 10 der Arbeitsspindeln 10, 12 bearbeitet, während sich die zweite Arbeitsspindel 12 in einer Bereitschafts- oder Werkzeugwechselposition und der zweite Drehtisch 20B ebenfalls in einer Bereitschafts- oder Bestückungsposition oder dergleichen befindet.

Die zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine hat zusätzlich den Vorteil, das die Y-Achse Y1, Y2 und Z-Achse Z1, Z2 einer jeweiligen Arbeitsspindel 10, 12 einzeln Korrigierbar sind, was eine synchrone Feinbearbeitung ermöglicht.

Überdies lässt sich aufgrund des klar und übersichtlich strukturierten Maschinenkonzeptes mit seinen jeweiligen Teilkomponenten und Achsen sowie einer übersichtlichen Werkzeugzuordnung die Synchronbearbeitung von zwei gleichen

Werkstücken 22 sowohl für einen Bediener als auch im Hinblick auf die Programmierung von Steuerungs- bzw. Bearbeitungsprogrammen für einen Programmierer einfacher durchführen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine gemäß einer dritten Ausführungsform.

Bei dieser Variante sind die Maschinenständer 28, 30 auf zwei unterschiedlichen und einander gegenüberliegenden Seiten neben der Führungsbahn 4 angeordnet. Die Ausrichtung der zwei achsparallelen horizontalen Arbeitsspindeln 10, 12 ist hierbei derart, dass sich diese mit ihren Werkzeugseiten einander gegenüber liegen. Die Führungsbahn 4 und der Drehtischschlitten 32 erstrecken sich aufgrund dieser Anordnung zwischen den Arbeitsspindeln 10, 12 und in einem rechten Winkel zu deren horizontalen Spindelachsen.

Ferner ist in diesem Ausführungsbeispiel der Drehtisch selbst als Drehtischschlitten 32 ausgestaltet, der um eine Drehachse A (d.h. die Drehachse des Drehtisches 32 rotierbar und auf der Führungsbahn 4 in der X-Richtung verfahrbar ist. Wie in der Fig. 3 deutlich zu erkennen, ist bei der dritten Ausführungsform die Führungsbahn 4 zusätzlich als ein Drehachsenkörper 34 ausgebildet, der durch den Drehtisch 32 hindurch tritt. Die Drehachse A und die Führungsbahnlängsachse (X) fallen hier deshalb im Wesentlichen zusammen bzw. sind identisch ( $X \cong A$ ). Oder mit anderen Worten, die Drehachse A liegt in der Führungsbahn 4. Aufgrund dieser besonderen Ausgestaltungsweise ist der Drehtisch 32 somit um die Führungsbahn 4 herum drehbar. Der Drehachsenkörper 34 ist mit seinen axialen Endbereichen an einem der Übersichtlichkeit halber nicht gezeigten Gestell der Werkzeugmaschine gehalten.

Der zuvor beschriebene spezielle Drehtisch 32 ist ferner mit zwei Befestigungsabschnitten 32.2, 32.6 für jeweils mindestens ein zu bearbeitendes Werkstück 22.2, 22.6 ausgestattet, wobei sich die zwei Befestigungsabschnitte 32.2, 32.6 bezogen auf die Drehachse A um  $180^\circ$  versetzt gegenüber liegen. Darüber hinaus weist der Drehtisch 32 einen dritten und einen vierten Befestigungsabschnitt 32.4, 32.8 für jeweils mindestens ein zu bearbeitendes Werkstück 22.4, 22.8 auf. Der dritte und der vierte Befestigungsabschnitt 32.4, 32.8 liegen sich bezogen auf die Drehachse A ebenfalls um  $180^\circ$  versetzt gegenüber. Außerdem sind der dritte und der vierte Befestigungsabschnitt 32.4, 32.8 bezogen auf die Drehachse A um einen Winkel von  $90^\circ$  gegenüber dem ersten und dem zweiten Befestigungsabschnitt 32.2, 32.6 versetzt angeordnet. Grundsätzlich wäre auch ein Versatzwinkel zwischen  $0^\circ$  und  $180^\circ$  in Bezug zu dem ersten und dem zweiten Befestigungsabschnitt 32.2, 32.6 realisierbar, jedoch ergibt die zuvor beschriebene  $90^\circ$  Einteilung eine zueinander rechtwinkelige Befestigungsanordnung für die Werkstücke 22.2 bis 22.8, was die Bearbeitung der Werkstücke 22.2 bis 22.8, die hierfür erforderlichen jeweiligen Achssteuerungen der Maschine sowie die erforderlichen Programmierungsarbeiten erleichtert.

Bezogen auf die Anordnung der Befestigungsabschnitte 32.2, 32.8 ergibt sich also eine im Wesentlichen rechteckige und im Wesentlichen rotationssymmetrische Querschnitts-Grundform des Drehtisches 32. Und es können somit (mindestens) vier Werkstücke 22.2 bis 22.8 um einen Winkel von je  $90^\circ$  zueinander versetzt fixiert und mittels des Drehtisches 32 gedreht werden. Auch andere geradzahlige oder ungeradzahlige polyederartige Querschnittsformen des Drehtisches 32 bzw. entsprechende Anordnungsmuster der Befestigungsabschnitte sind denkbar.

Auch die dritte Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist mit mindestens einer Werkzeugwechseleinrichtung mit mindestens

einem Werkzeugmagazin ausgerüstet. Diese Komponenten sind der besseren Übersichtlichkeit halber jedoch nicht in der Zeichnung dargestellt.

Mit der Werkzeugmaschine gemäß der dritten Ausführungsform kann ein auf den jeweiligen Befestigungsabschnitt 32.2 bis 32.8 des Drehtisches 32 aufgespanntes Werkstück im Wesentlichen auf die gleiche Art und Weise wie bei der ersten Ausführungsform bearbeitet werden. Allerdings kann hierbei pro Werkstück 22.2, 22.4, 22.6, 22.8 immer nur eine der beiden horizontalen Arbeitsspindeln zum Einsatz kommen. Dennoch sind mit dieser Konfiguration nicht unerhebliche Vorteile verbunden. So ist es beispielsweise möglich, mit den beiden Arbeitsspindeln 10, 12 die in der Fig. 3 in der 3-Uhr und 9-Uhr befindlichen zwei Werkstücke 22.2, 22.6 synchron zu bearbeiten, dann den Drehtisch 32 um 90° zu drehen und die in der Fig. 3 in der 6-Uhr und 12-Uhr Position befindlichen anderen zwei Werkstücke 22.4, 22.8 synchron zu bearbeiten. Auch ist es möglich, mit den beiden horizontalen Arbeitsspindel 10, 12 unterschiedliche Bearbeitungsschritte nacheinander auszuführen. Zum Beispiel kann mit der ersten horizontalen Arbeitsspindel 10 das in der Fig. 3 in der 3-Uhr befindliche Werkstück 22.2 einem ersten Bearbeitungsschritt unterzogen werden, während das in 9-Uhr befindliche Werkstück 22.6 mit der zweiten horizontalen Arbeitsspindel 12 einem zweiten Bearbeitungsschritt unterzogen wird. Nach einer Drehung des Drehtisches 32 um 90° im Uhrzeigersinn wird dann das in der Fig. 3 in der 12-Uhr-Position gezeigte Werkstück 22.6 mit der ersten horizontalen Arbeitsspindel 10 und das in 6-Uhr gezeigte Werkstück 22.8 mit der zweiten horizontalen Arbeitsspindel 12 bearbeitet. Bei einer weiteren Drehung um 90° wird das bereits von der ersten Arbeitsspindel 10 vorbearbeitete Werkstück von der zweiten Arbeitsspindel 12 weiterbearbeitet usw.

Ebenso ist es beispielweise möglich, auf die zuvor geschilderten Zwischenbearbeitungsschritte in der 6-Uhr-

und/oder 12-Uhr Position zu verzichten und dort z.B. einen Bestückungsvorgang oder dergleichen durchzuführen.

Ähnliche Bearbeitungsmöglichkeiten ergeben sich beispielsweise auch bei Drehungen in 180°-Schritten.

Wird die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine gemäß der dritten Ausführungsform zusätzlich mit mindestens einer, d.h. in diesem Beispiel einer ersten und einer zweiten vertikalen Arbeitsspindel 36, 38 ausgestattet (weitere vertikale Arbeitsspindel sind ebenfalls denkbar), welche oberhalb und unterhalb des Drehtisches 32 angeordnet ist, so kann bei einem 90°-Grad-Drehschritt zwischen der ersten und zweiten Arbeitsspindel 10, 12 jeweils ein weiterer Bearbeitungsschritt mit der ersten und zweiten vertikalen Arbeitsspindel 36, 38 erfolgen. Es ergibt sich gewissermaßen ein mindestens vierspindeliges Bearbeitungszentrum.

Ferner kann insbesondere bei der dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Werkzeugmaschine mindestens eine dritte horizontale Arbeitsspindel vorgesehen sein, deren Spindelachse sich parallel zu der A-Achse und rechtwinkelig zu den horizontalen Spindelachsen der ersten und zweiten horizontalen Arbeitsspindel 10, 12 erstreckt. Eine solche dritte horizontale Arbeitsspindel kann beispielsweise bezogen auf die A-Achse an, neben, unter oder über einem stirnseitigen Bereich des Drehtisches 32 angeordnet sein. Auch diese dritte horizontale Arbeitsspindel kann in mehreren Achsen verfahrbar bzw. zustellbar sein. Dies eröffnet zusätzliche Bearbeitungsmöglichkeiten. Der besseren Übersichtlichkeit halber ist die dritte horizontale Arbeitsspindel in der Fig. 3 nicht dargestellt.

Auf diese Weise sind durch ein Drehen des Drehtisches 32 rasch aufeinanderfolgende synchrone und/oder unterschiedliche Bearbeitungs- und oder Bestückungsschritte oder dergleichen realisierbar.

Die Erfindung ist nicht auf die obigen Ausführungsbeispiele, die lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dienen, beschränkt. Im Rahmen des Schutzzumfangs kann die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine vielmehr auch andere als die oben konkret beschriebenen Ausgestaltungsformen annehmen. Die Werkzeugmaschine kann hierbei insbesondere Merkmale aufweisen, die eine Kombination aus den Merkmalen des Hauptanspruchs und allen oder nur bestimmten Einzelmerkmalen der zugehörigen Unteransprüche darstellen. Je nach Maschinengesamtkonzept kann die Drehachse für den Drehtisch auch von der Horizontalen abweichen. Des Weiteren kann die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit manuellen und/oder automatischen Steuer-, Kontroll- und Regeleinrichtungen sowie entsprechenden Bedienungselementen ausgestattet sein. Die erfindungsgemäße Werkzeugmaschine kann im übrigen derart ausgestaltet werden, dass sich die horizontale Drehachse des Drehtisches rechtwinklig oder schräg zu der Führungsbahn erstreckt. Außerdem können bei jeder der oben erläuterten Ausführungsformen natürlich auch noch die Maschinenständer selbst zumindest in einer oder mehreren Achsen verfahrbar ausgebildet sein. In der Ausführungsform nach Fig. 3 können sich die Befestigungsabschnitte für die zu bearbeitenden Werkstücke jeweils auch auf drehbaren Tischelementen (hier z.B. insgesamt vier Stück) befinden, wobei die Drehachsen der Tischelementen dann parallel zu der in der Darstellung von Fig. 3 eingezeichneten Y-Achse bzw. zur Z-Achse verlaufen.

Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.



## Bezugszeichenliste

Es bezeichnen:

2	Maschinenbett
4	Führungsbahn
6	Maschinenständer
8	Maschinenständer
10	Horizontale Arbeitsspindel
12	Horizontale Arbeitsspindel
14	Scheibenmagazin
16	Scheibenmagazin
18	Drehtischschlitten
18.2	Basis
18.4	Endabschnitt
18.6	Endabschnitt
18.8	Mittelabschnitt
20	Drehtisch
20.2	Drehbares Tischelement
20.4	Befestigungsabschnitt
20A	Drehtisch
20A.2	Drehbares Tischelement
20B	Drehtisch
20B.2	Drehbares Tischelement
22	Werkstück(e)
22.2	Werkstück
22.4	Werkstück
22.6	Werkstück
22.8	Werkstück
24	Endscheibe(n)
26	Drehantrieb
28	Maschinenständer
30	Maschinenständer
32	Drehtisch, als Drehtischschlitten ausgebildet; bzw. umgekehrt
32.2	Befestigungsabschnitt

32.4	Befestigungsabschnitt
32.6.	Befestigungsabschnitt
32.8	Befestigungsabschnitt
34	Drehachsenkörper
36	Vertikale Arbeitsspindel
38	Vertikale Arbeitsspindel
A	Horizontale Drehachse
B	Vertikale Drehachse
B1, B2	Vertikale Drehachsen
X	X-Achse / Längsachse von 4
Y1, Y2	Y-Achse(n)
Z1, Z2	Z-Achse(n)

### Schutzansprüche

1. Werkzeugmaschine, umfassend:
  - ein Maschinenbett (2),
  - eine horizontale Führungsbahn (4), welche eine X-Achse (X) definiert,
  - zwei Maschinenständer (6, 8; 28, 30) oder zwei Maschinenständerabschnitte,
  - zwei achsparallele horizontale Arbeitsspindeln (10, 12), die in einem Abstand zueinander jeweils an einem der Maschinenständer (6, 8; 28, 30) oder Maschinenständerabschnitte angeordnet und in einer horizontalen Z-Achse (Z1, Z2) und einer vertikalen Y-Achse (Y1, Y2) verfahrbar sind,
  - einen auf der Führungsbahn (4) verfahrbaren Drehtischschlitten (18; 32), und
  - mindestens einen Drehtisch (20; 20A, 20B; 32), der um eine horizontale Drehachse (A) drehbar an dem Drehtischschlitten (18; 32) gelagert ist und mindestens einen Befestigungsabschnitt (20.4; 32.2 bis 32.8) für ein zu bearbeitendes Werkstück (22; 22.2 bis 22.8) aufweist.
2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die horizontale Drehachse (A) parallel zu der Führungsbahn (4) erstreckt.

3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sich die horizontale Drehachse (A) rechtwinklig zu der  
Führungsbahn (4) erstreckt.
4. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der vorher  
genannten Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
an dem Drehtischschlitten (4) mindestens zwei in  
Längsrichtung (X) der Führungsbahn (4) axial  
hintereinander angeordnete Drehtische (20A, 20B)  
angeordnet sind.
5. Werkzeugmaschine nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die zwei Drehtische (20A, 20B) eine gemeinsame Drehachse  
(A) besitzen.
6. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der vorher  
genannten Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die zwei achsparallelen horizontalen Arbeitsspindeln  
(10, 12) seitlich nebeneinander angeordnet sind.
7. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche  
1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die zwei achsparallelen horizontalen Arbeitsspindeln  
(10, 12) mit ihren Werkzeugseiten einander gegenüber  
liegend angeordnet sind, und sich die Führungsbahn (4,  
34) und der Drehtischschlitten (32) zwischen den  
Arbeitsspindeln (10, 12) und in einem rechten Winkel zu  
deren horizontalen Spindelachsen (Z1, Z2) erstrecken.

8. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Drehtisch (32) mindestens zwei Befestigungsabschnitte (32.2, 32.6) für jeweils mindestens ein zu bearbeitendes Werkstück (22.2, 22.6) aufweist, wobei sich die mindestens zwei Befestigungsabschnitte (32.2, 32.6) bezogen auf die Drehachse (A) um 180° versetzt gegenüber liegen.
9. Werkzeugmaschine nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Drehtisch (32) mindestens einen dritten und einen vierten Befestigungsabschnitt (32.4, 32.8) für jeweils mindestens ein zu bearbeitendes Werkstück aufweist, wobei sich der dritte und der vierte Befestigungsabschnitt (32.4, 32.8) bezogen auf die Drehachse (A)  
- um 180° versetzt gegenüber liegen, und  
- zwischen 0° und 180°, vorzugsweise 90°, versetzt gegenüber dem ersten und dem zweiten Befestigungsabschnitt (32.2, 32.6) angeordnet sind.
10. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der vorher genannten Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Drehtisch (32) selbst als ein um die Drehachse (A) rotierbarer Drehtischschlitten (32) ausgebildet ist, welcher auf der Führungsbahn (4, 34) verfahrbar ist.
11. Werkzeugmaschine nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Drehtisch (32) um die Führungsbahn (4, 34) herum drehbar ist.

12. Werkzeugmaschine nach Anspruch 10 oder 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Führungsbahn (4) zusätzlich als Drehachsenkörper  
(34) ausgebildet ist und durch den Drehtisch (32)  
hindurch tritt.
13. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der vorher  
genannten Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
diese mit mindestens einer dritten horizontalen  
Arbeitsspindel ausgestattet ist, deren Spindelachse sich  
parallel zu der X-Achse (X) und rechtwinkelig zu den  
Spindelachsen (Z1, Z2) der ersten und zweiten  
Arbeitsspindel (10, 12) erstreckt.
14. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der vorher  
genannten Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
diese mit mindestens einer ersten vertikalen  
Arbeitsspindel (36, 38) ausgestattet ist, welche  
oberhalb oder unterhalb des Drehtisches (32) angeordnet  
ist.
15. Werkzeugmaschine nach einem oder mehreren der vorher  
genannten Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Drehtisch (20; 20A, 20B; 32) ein um eine  
insbesondere vertikale Achse (B, B1, B2) drehbares  
Tischelement (20.2, 20A.2, 20B.2) besitzt.

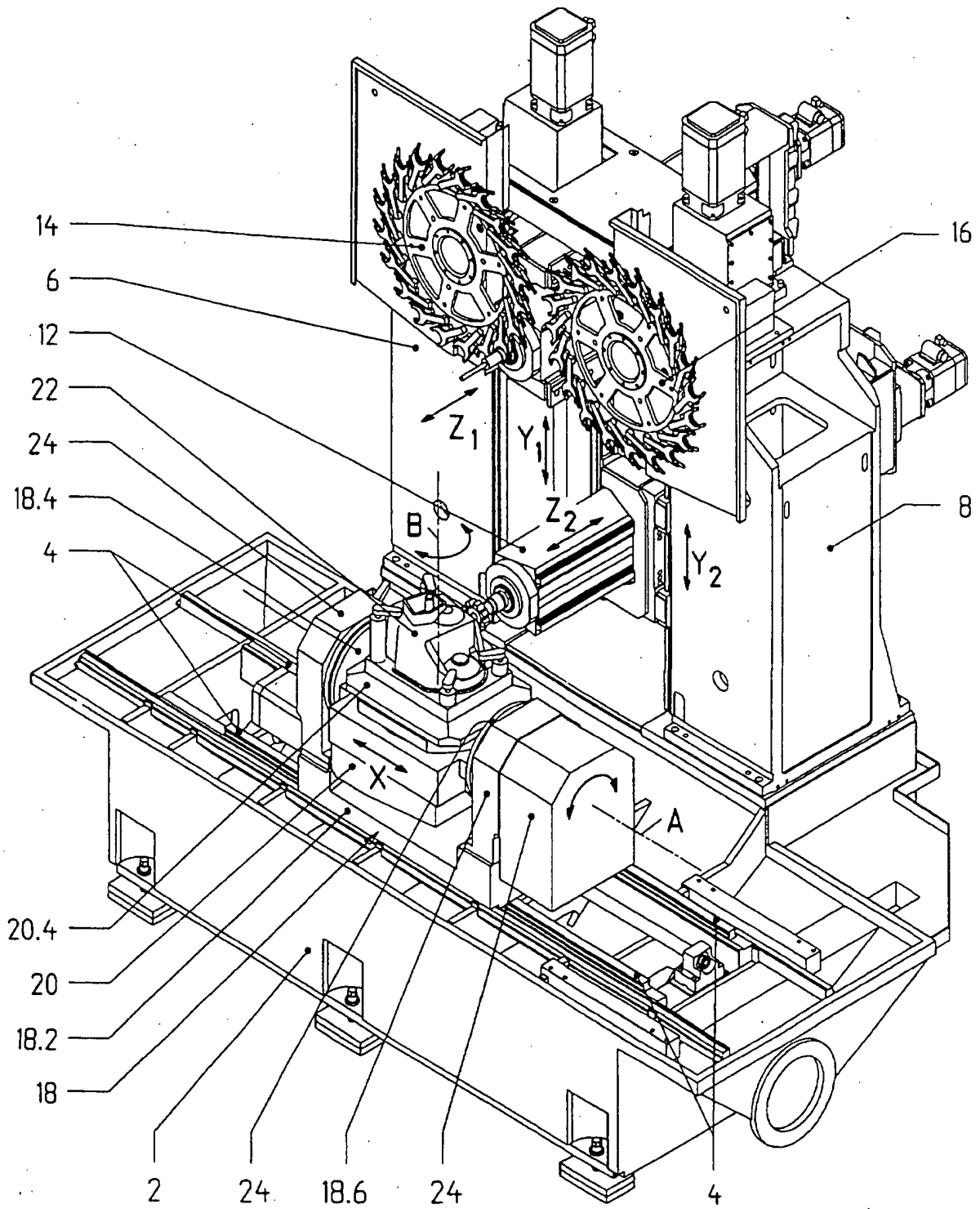


Fig. 1

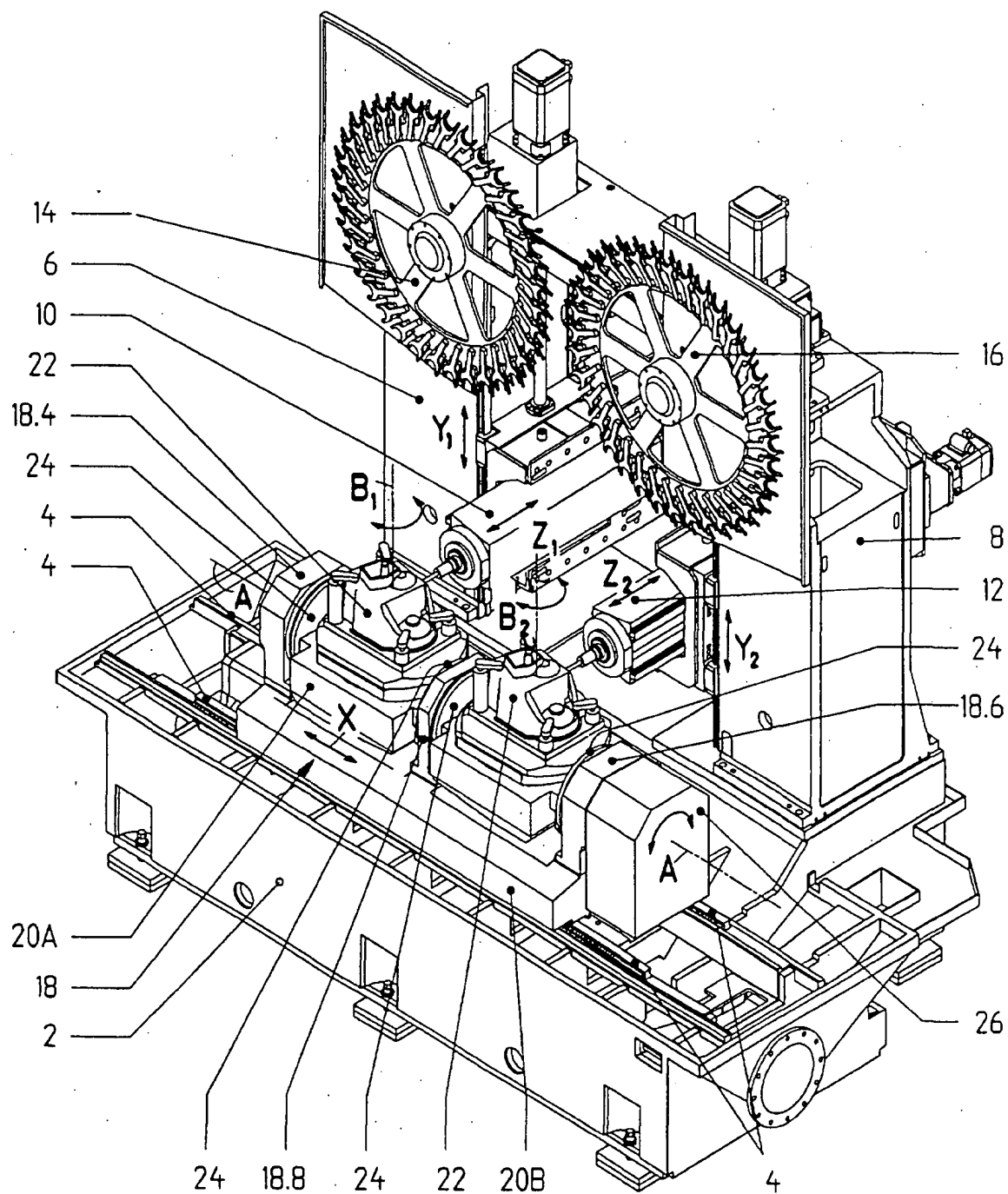


Fig. 2



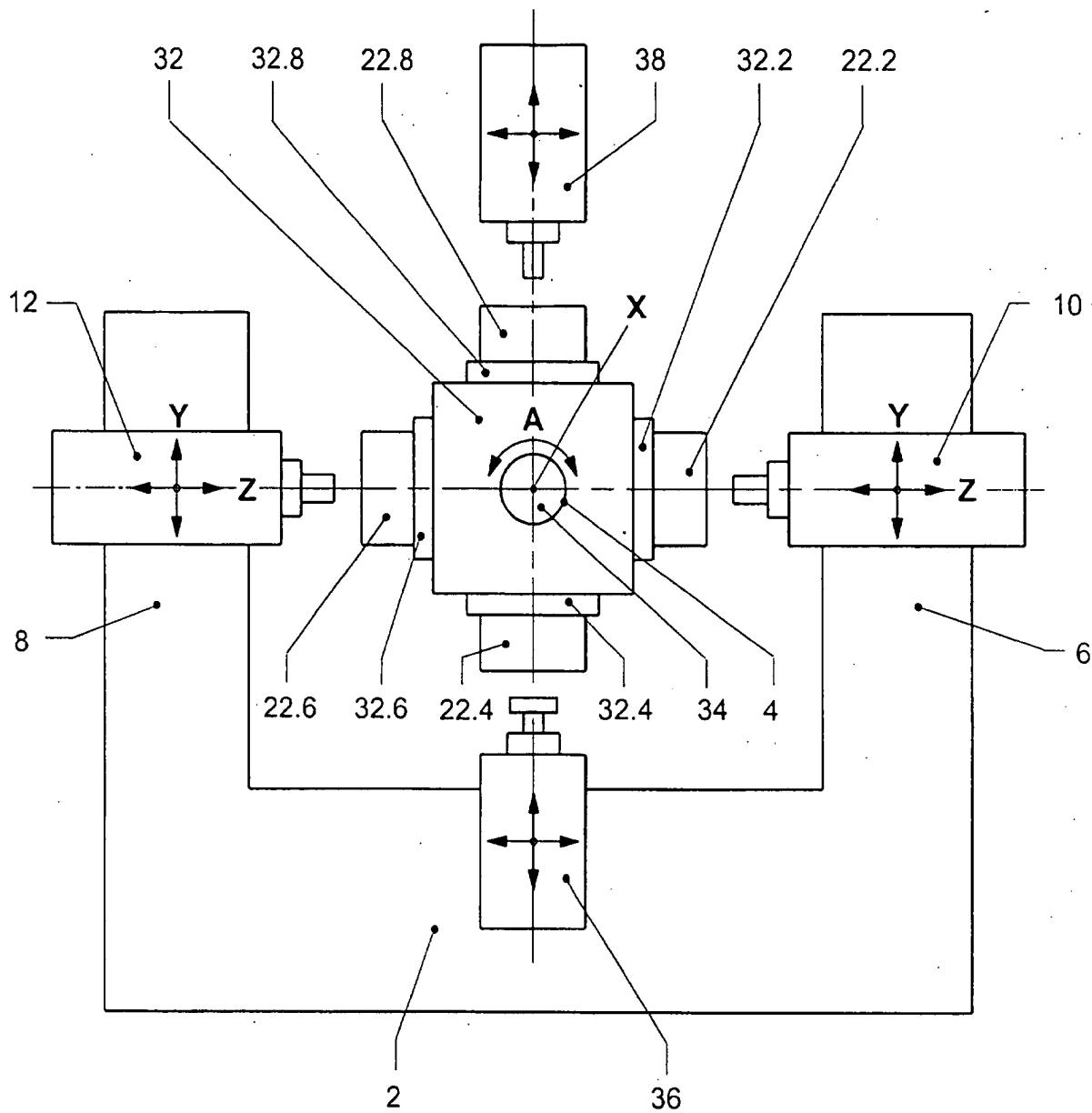


Fig. 3